

SPEJ (Science and Physics Education Journal)
Volume 4, Nomor 1, Desember 2020
e-ISSN : 2598-2567
p-ISSN : 2614-0195
DOI : <https://doi.org/10.31539/spej.v4i1.1513>



KANDUNGAN MINERAL DAN STRUKTUR KRISTAL BATU SEKIS

Muhamad Ragil Setiawan¹, Rahmat Nawi Siregar²
Institut Teknologi Sumatera^{1,2}
rahmat.siregar@fi.itera.ac.id²

Abstract: *This study aims to determine the mineral content and crystal structure of schist rocks in South Lampung. The method used in this research is the X-ray diffraction method to see the lattice parameters and the crystal structure of the schist rocks. Based on data processing, information was obtained that two main minerals were found, namely quartz and albite minerals. In conclusion, the Albit minerals found in the two samples of rock crystal schists in South Lampung have the same crystal structure and lattice parameters, while the quartz minerals from the two samples have different crystal structures and lattice parameters.*

Keywords: *Lampung, Schis, XRD, Crystal Structure*

Abstrak: *Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan mineral dan struktur kristal batu sekis Lampung Selatan. Metode yang digunakan dalam Penelitian ini adalah metode difraksi sinar-X untuk melihat parameter kisi dan struktur kristal penyusun batuan sekis. Berdasarkan pengolahan data diperoleh informasi bahwa terdapat dua mineral utama yang ditemukan, yaitu mineral Kuarsa dan Albit. Simpulan, mineral Albit yang ditemukan dalam kedua sampel kristal batu sekis Lampung Selatan mempunyai struktur kristal dan parameter kisi yang sama, sedangkan mineral kuarsa dari kedua sampel mempunyai struktur kristal dan parameter kisi yang berbeda.*

Kata Kunci: *Lampung, Sekis, XRD, Struktur Kristal*

PENDAHULUAN

Pembentukan sebuah bentang lahan sangat ditentukan oleh proses geomorfologi. Proses geomorfologi merupakan proses yang sangat dipengaruhi oleh tenaga pembentuk permukaan bumi. Tenaga tersebut dapat berupa tenaga eksogen (angin, air, gletser, maupun intervensi manusia) maupun tenaga endogen (tektonik dan vulkanik). Setiap tenaga, akan menimbulkan pengaruh yang berbeda terhadap lahan yang dibentuknya. Pembentukan lahan tersebut akan memengaruhi kondisi fisik alam dan sosial ekonomi masyarakat sekitar (Kurnianto, 2019).

Tatanan yang terbentuk akibat tektonik mempunyai peran penting dalam penentuan keberadaan dan distribusi potensi sumber daya alam. Salah satu kajian yang berkaitan dengan bagaimana sejarah proses tektonik suatu daerah adalah dengan mempelajari objek

batuan yang terbentuk (Patonah & Syafri, 2014).

Kondisi tektonik Lampung yang berada di zona subduksi memberikan dampak aktivitas tektonik yang cukup tinggi. Aktivitas gempa tektonik, pembentukan punggung benua berdampak pada munculnya singkapan batuan di permukaan bumi. Singkapan-singkapan yang muncul memberikan informasi jenis batuan yang ada di Lampung. Batuan tertua yang tersingkap pada urutan Pra-Tersier di lembar Tanjungkarang adalah runtunan batuan malihan yang terdiri atas migmatite, sekis, genes, pualam dan kuarsit yang termasuk kedalam kompleks Gunungkasih (Pzg) (Mangga et al., 1993).

Keberadaan mineral kuarsa dalam batuan sekis yang ditemukan di Lampung Selatan telah diketahui sebelumnya. Berdasarkan sampel batuan sekis yang diuji dengan menggunakan XRD tersusun atas 50% kuarsa

(Setiawan et al., 2019). Oleh karena itu, penelitian ini akan membahas parameter kisi dan struktur kristal kuarsa dari dua sampel batuan sekis yang diambil dari tempat yang berbeda di Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung.

LANDASAN TEORI

Geologi Daerah Penelitian

Peta geologi lembar Tanjungkarang skala 1:250.000 memberikan informasi beberapa formasi/satuan batuan, dari tua ke muda: Batupualam Trimulyo dan Kuarsit Sidodadi (Pzg), Granodiorit Branti (Kgdb), Diorit Sekampung Terdaunkan (Kds), Formasi Tarahan (Tpot), Formasi Lampung (QTI), dan Endapan Gunungapi Muda (Qhv) (Mangga et al., 1993).

Berdasarkan peta geologi lembar Tanjungkarang tersebut diperoleh informasi bahwa: 1) Batupualam Trimulyo (Pzgm) dan Kuarsit Sidodadi (Pzkg) merupakan batuan metamorf berumur Paleozoikum. Batupualam kelabu pucat sampai putih, setempat kelabu kehijauan, memiliki komposisi kalsit-dolomit, granoblastik, berselingan dengan sekis sebagai lensa, pejal, keras, dan padat. Kuarsit putih kecoklatan-kemerahan, butir sedang-kasar, granoblastik, terdapat komposisi mineral yang belum termetamorfisme seperti kuarsa, feldspar, mika serisit, mineral gelap umumnya terubah, dan oksida besi. Satuan ini merupakan kelompok dari batuan metamorf Sumatera, secara regional disamakan dengan Kelompok Tapanuli di Sumatera Utara khususnya Formasi Kluet, juga dengan Formasi Kuantan di Sumatera Tengah. Metamorfisme berkadar rendah sampai menengah fasies sekis hijau-epidot amfibolit; 2) Granodiorit Branti (Kgdb) berwarna kelabu putih-merah muda, granitoid dengan biotit subhedral, memungkinkan terkloritkan. Pluton kecil tersingkap berumur akhir Kapur di 25 km utara-baratlaut Tanjungkarang; 3)

Diorit Sekampung Terdaunkan (Kds) berumur Kapur Akhir berupa diorit hornblenda dengan ukuran kristal sedang-kasar; 4) Formasi Tarahan (Tpot) berumur Paleosen-Oligosen Awal. Disusun oleh Tuf dan Breksi. Tuf berwarna ungu dan hijau muda, pejal terkekarkan. Breksi berwarna kelabu kuning kecoklatan, keras, terpilah buruk, butiran berupa andesit, batulempung, dan batulanau; 4) Formasi Lampung (QTI) berumur Pliosen-Pleistosen. Tersusun atas tuf riolit-dasit dan tuf vulkanoklastik. Tuf berbatuapung, kelabu kekuningan sampai putih kelabu, butiran sedang-kasar, terpilah buruk, tersusun atas batuapung dan fragmen batuan. Tuf berwarna putih sampai kecoklatan, vulkanoklastik, terkekarkan. Batupasir tufan, putih kekuningan, butiran halus-sedang, terpilah buruk, membundar tanggung, tersusun oleh dasit. Formasi ini memiliki tebal kurang lebih 200 meter dan diendapkan pada lingkungan darat-fluvial dan air payau (Juliarka & Iqbal, 2020); 5) Endapan Gunungapi Muda (Qhv) tersusun atas lava andesit-basalt, breksi, dan tuf yang berumur Pleistosen dan Holosen. Lava kelabu kehitaman, afanitik dan porfiritik dengan fenokris plagioklas dan augit dalam massadasar gelas, terdapat sedikit olivin. Breksi berwarna kelabu kehitaman, terpilah buruk, menyudut, ukuran butir kerakal-bongkah. Tuf berwarna kelabu-kuning kecoklatan, tersusun atas lava, gelas dan karbonan.

X-Ray Diffraction (XRD)

XRD atau difraksi sinar-X merupakan salah satu metode karakterisasi material yang memanfaatkan interaksi antara sinar-X dengan atom yang tersusun dalam sistem kristal. Metode ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi serta menentukan parameter kisi dan struktur kristal yang terbentuk, serta mengetahui susunan berbagai jenis atom dalam kristal (Juliansyah et al., 2017; Puspitarum et

al., 2016; Puspitarum et al., 2019; Puspitarum et al., 2019). Difraksi sinar-X oleh sebuah kristal bergantung pada struktur kristal serta panjang gelombang. Saat berkas sinar-X ditembakkan pada material, maka sinar tersebut akan menghasilkan pola difraksi yang khas (Setiabudi et al., 2012).

Berkas sinar yang terdifraksi memenuhi hukum Bragg. Perumusan matematis hukum tersebut berasal dari interaksi pantulan sinar-X akibat bertumbukan dengan material. Pantulan tersebut terjadi tanpa mengalami kehilangan energi sehingga menghasilkan pantulan elastis. Bragg menunjukkan bahwa bidang yang berisi atom-atom di dalam kristal akan memantulkan radiasi dengan cara yang persis dengan peristiwa pemantulan cahaya oleh bidang cermin. Secara matematis, hukum Bragg dirumuskan sebagai: $2d \sin \theta = n\lambda$, dimana λ adalah panjang gelombang (m), d merupakan jarak antar bidang atau celah (m), n adalah bilangan bulat yang menyatakan orde berkas dihambur (1, 2, 3,...), dan θ adalah sudut difraksi ($^\circ$).

Difraktometer sinar-X yang bekerja menurut hukum Bragg memberikan pola intensitas dan sudut difraksi yang berbeda-beda pada setiap material. Intensitas berupa puncak-puncak sebagai hasil difraksi merupakan interaksi antara sinar-X dengan atom-atom pada bidang Kristal (Cullity & Stocks, 2014). Ketika sinar-X menumbuk atom, maka elektron-elektron yang terikat akan mengalami osilasi dan memancarkan sinar-X yang panjang gelombangnya sama dengan panjang gelombang datang. Elektron yang terikat tidak begitu kuat akan menghamburkan sebagian sinar-X datang dan akan menaikkan sedikit panjang gelombang sinar-X yang dihamburkan. Hamburan pertama disebut hamburan koheren, dan yang kedua disebut hamburan inkoheren. Pada kristal, radiasi hamburan koheren

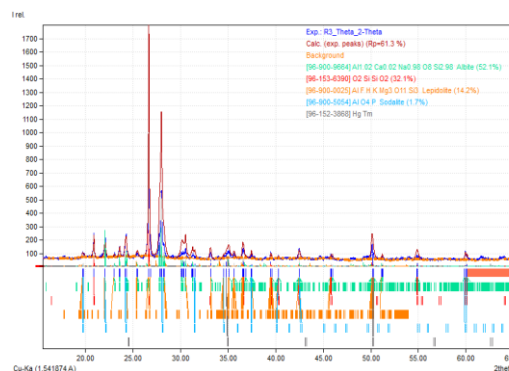
dari semua atom akan saling menguatkan pada arah tertentu dan saling meniadakan pada arah yang lain serta menghasilkan sinar difraksi (Setiabudi et al., 2012).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menembakkan sinar-X ke sampel batuan yang sebelumnya sudah diproses terlebih dahulu menjadi preparat. Batuan sekis yang diuji diperoleh dari dua tempat singkapan yang berbeda di Kabupaten Lampung Selatan Provinsi Lampung. Hasil pengujian XRD memberikan pola difraksi yang kemudian diolah dengan menggunakan *software Search Match* untuk mendapatkan pola struktur atom dan komposisi mineral penyusun batuan. Hasil pengolahan *software* ini diperoleh parameter sudut difraksi, jarak antar bidang, struktur kristal, parameter kisi dan kandungan mineralnya.

HASIL PENELITIAN

Kristal terbentuk dari susunan atom-atom yang berulang dengan jarak antar bidang yang teratur. Sedangkan susunan atom dan jarak antar bidang yang tidak teratur dalam suatu materi disebut sebagai amorf. Hasil pengukuran menggunakan *X-Ray Diffraction* menunjukkan struktur kristal dari beberapa sampel batuan yaitu sekis (R3) dan sekis milonit (R5). Hasil pengukuran menggunakan *X-Ray Diffraction* adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Pola difraksi sampel Sekis R3

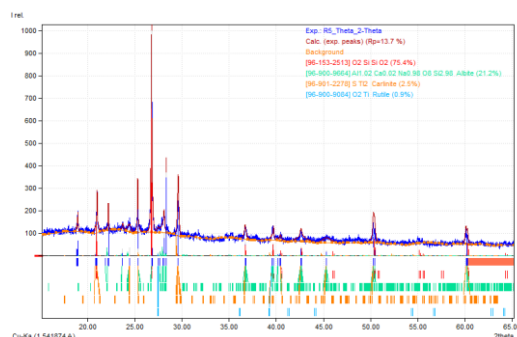
Hasil analisis XRD sampel sekis R3 menunjukkan pola difraksi dari rentang 20° hingga 65° dengan intensitas relatif rata – rata berada pada kisaran 100 – 200% dan intensitas puncak mencapai 1700%. Kandungan mineral dominan yaitu Albit ($\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$), Kuarsa (SiO_2), Lepidolit ($\text{KAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{FOH}_2$) dan Sodalit ($\text{Na}_4\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}\text{Cl}$). Albit merupakan mineral non–ferromagnesium plagioklas yang kaya akan Natrium (Noor, 2012). Pada sampel sekis R3, mineral paling dominan adalah Albit

dengan kandungan 52,1% dan Kuarsa dengan kandungan 32,1%. Adapun beberapa mineral lainnya adalah Lepidolit dengan kandungan 14,2% dan Sodalit 1,7 %.

Tabel 1. Hasil analisis XRD dari sampel Sekis R3.

No.	Sudut Difraksi (2θ)	Jarak antar Bidang (d)	Struktur Kristal	Parameter Kisi	Kandungan Mineral
1	$27,97^\circ$	$3,19 \text{ \AA}$	Triklinik	$a=8,14 \text{ \AA}$ $b=12,79 \text{ \AA}$ $c=7,15 \text{ \AA}$ $\alpha=94,24^\circ$ $\beta=116,60^\circ$ $\gamma=87,80^\circ$ $a=4,91 \text{ \AA}$ $b=4,92 \text{ \AA}$ $c=5,40 \text{ \AA}$ $\alpha=90^\circ$ $\beta=90^\circ$ $\gamma=120^\circ$	Albit
2	$26,65^\circ$	$3,34 \text{ \AA}$	Triklinik	$a=9,20 \text{ \AA}$ $b=5,30 \text{ \AA}$ $c=60 \text{ \AA}$	Kuarsa
3	$25,37^\circ$	$3,51 \text{ \AA}$	Monoklinik		Lepidolit
4	$24,19^\circ$	$3,67 \text{ \AA}$	Kubik	$a=8,99 \text{ \AA}$	Sodalit

Variasi sudut aksial dan variasi ukuran relatif dari a, b dan c serta sudut antara sumbu–sumbu referensi kristal α, β dan γ ditunjukkan oleh Tabel 1. Sudut difraksi maksimum kristal ditemukan pada Albit dengan nilai $27,97^\circ$ dan minimum pada Sodalit dengan sudut difraksi $24,19^\circ$. Sodalit mempunyai struktur kristal yang berbeda dibandingkan dengan mineral dominan lainnya, yaitu kubik dengan parameter kisi $a=b=c=8,99 \text{ \AA}$ serta sudut α, β dan γ yang saling tegak lurus. Selain itu, Sodalit mempunyai jarak antar bidang terbesar yaitu $3,67 \text{ \AA}$.



Gambar 2. Pola difraksi sampel Sekis R5

Hasil analisis XRD sampel sekis R5 menunjukkan pola difraksi dari rentang 20° hingga 65° dengan intensitas relatif rata – rata berada pada kisaran 100 – 400 % dan intensitas puncak mencapai 1000%. Struktur kristal ditemukan pada

rentang sudut difraksi 20° - 30° dan struktur amorf ditemukan pada sudut difraksi 30° - 65° . Sampel Sekis R5 mempunyai kandungan mineral Kuarsa (SiO_2), Albit ($\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$), Carlinite (Ti_2S) dan Rutile (TiO_2). Mineral paling dominan adalah Kuarsa dengan

kandungan 75,4% dan albit dengan persentase 21,2%. Adapun mineral lainnya adalah Carlinite dengan kandungan 2,5% dan Rutile dengan kandungan 0,9%.

Table 2. Hasil analisis XRD sampel Sekis R5

No	Sudut Difraksi (2θ)	Jarak antar Bidang (d)	Struktur Kristal	Parameter Kisi	Kandungan Mineral
1	$26,79^\circ$	$3,33 \text{ \AA}$	Trigonal	$a=4,89 \text{ \AA}$ $c=5,38 \text{ \AA}$ $a=8,14 \text{ \AA}$ $b=12,79 \text{ \AA}$	Kuarsa
2	$27,96^\circ$	$3,19 \text{ \AA}$	Triklinik	$c=7,15 \text{ \AA}$ $\alpha=94,24^\circ$ $\beta=116,60^\circ$ $\gamma=87,80^\circ$	Albit
3	$29,60^\circ$	$3,03 \text{ \AA}$	Trigonal	$a=12,15 \text{ \AA}$ $c=18,19 \text{ \AA}$	Carlinite
4	$27,47^\circ$	$3,24 \text{ \AA}$	Tetragonal	$a=4,59 \text{ \AA}$ $c=2,95 \text{ \AA}$	Rutile

Sudut difraksi maksimum kristal dari sampel R5 adalah $29,60^\circ$ dari Carlinite dan sudut difraksi minimum pada kuarsa dengan sudut difraksi $26,79^\circ$. Jarak antar bidang kristal paling besar adalah Kuarsa dengan nilai $3,33 \text{ \AA}$ dan jarak antar bidang paling kecil adalah Carlinite, yaitu $3,03 \text{ \AA}$.

Mineral paling dominan dari sampel sekis R3 dan R5 adalah mineral kuarsa dan albit. Mineral albit mempunyai struktur kristal yang sama serta parameter kisi yang sama, yaitu triklinik dengan perbandingan rasio sumbu $a \neq b \neq c$ dan sudut kristalografi $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$. Mineral albit termasuk kedalam kelompok plagioklas (mineral felsik) dan terbentuk setelah pembentukan mineral anorthit pada suhu yang sangat tinggi dan andesin pada suhu menengah. Sudut difraksi dari mineral albit juga cukup seragam yaitu $27,97^\circ$ pada sampel R3 dan $27,96^\circ$ pada sampel R5. Dari kedua sampel didapatkan bahwa mineral albit tidak mempunyai perbedaan signifikan. Hal ini disebabkan

karena proses pembentukan albit yang berada pada tekanan dan suhu yang sama jika ditinjau dari deret pembentukannya.

Namun, hal menarik jika melihat mineral kuarsa yang ditemukan pada sampel R3 dan R5, dimana kuarsa pada R3 mempunyai struktur kristal triklinik dan kuarsa pada R5 mempunyai struktur kristal trigonal. Mineral kuarsa umumnya ditemukan pada berbagai jenis batuan beku, sedimen dan metamorf. Struktur kristal kuarsa terdiri dari ikatan atom Silica dan dua atom Oksigen yang membentuk senyawa SiO_2 . Dalam penyusunannya, struktur kristal terdiri atas susunan sel unit yang dapat mengandung atom tunggal atau atom – atom dalam susunan yang tetap pada parameter kisi. Parameter kisi terdiri atas indeks a , b , c , α , β dan γ yang bisa mengalami perubahan apabila terjadi dekomposisi mineral. Parameter kisi digunakan untuk melakukan analisis jarak dan sudut antar atom dalam suatu mineral.



Gambar 3. Struktur kristal dari mineral Kuarsa: (a) Sekis R3; (b) Sekis R5

Struktur kristal antara mineral kuarsa dari sampel Sekis R3 (a) dan sampel Sekis R5 menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan. Struktur kristal sekis R3 adalah triklinik dengan jarak antar bidang sebesar 3,34 Å dengan sudut difraksi 26,65°. Adapun nilai parameter kisi dari sampel R3 adalah $a=4,91$ Å, $b=4,92$ Å, $c=5,40$ Å dan $\alpha=\beta=90^\circ$, $\gamma=120^\circ$. Adapun struktur kristal R5 adalah trigonal dengan jarak antar bidang sebesar 3,33 Å dengan sudut difraksi 26,79°. Parameter kisi sampel R5 $a=b=4,89$ Å dan $c=5,38$ Å dengan sudut $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$.

PEMBAHASAN

Jenis mineral tanah secara garis besar dapat dibedakan atas mineral primer dan mineral sekunder. Mineral primer adalah mineral tanah yang umumnya mempunyai ukuran butir fraksi pasir dengan ukuran butir 2 hingga 0,05 mm. Mineral sekunder atau mineral liat adalah mineral-mineral hasil pembentukan baru atau hasil pelapukan mineral primer yang terjadi selama proses pembentukan tanah yang komposisi maupun strukturnya sudah berbeda dengan mineral yang terlapuk. Jenis mineral ini berukuran sangat halus yaitu dengan ukuran lebih kecil dari 2 mikron (Zuhdi, 2019).

Berdasarkan hasil analisis XRD dari sampel sekis R3 dan R5 ditemukan bahwa terdapat dua mineral utama yang ditemukan, yaitu mineral Kuarsa dan Albit. Perbedaan parameter kisi a, b, c dari kedua mineral kuarsa menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan

terutama pada parameter b . Perubahan parameter kisi disebabkan oleh adanya perbedaan temperatur dan tekanan pada saat proses pembentukan batu Sekis.

Secara umum, faktor yang mempengaruhi intensitas metamorfisme batuan adalah suhu, tekanan, larutan yang terlibat, waktu dan media metamorfisme. Sifat kristal pada mineral bisa rusak atau berubah oleh pengaruh suhu dan tekanan. Pembentukan mineral pada magma diteliti dengan intensif oleh Bowen. Reaksi pembentukan mineral saat pendinginan magma disebut Bowen's Reaction Series yang memberikan pemahaman mengapa mineral tertentu dengan atom penyusun yang sama tidak dapat muncul secara bersamaan pada suhu dan tekanan tertentu (Milson, 2003).

Sekis termasuk pada kelompok batuan metamorf yang terbentuk setelah batuan sedimen ataupun batuan beku yang berada di dalam perut bumi mengalami tekanan dan temperatur yang tinggi. Dekomposisi mineral terjadi pada suhu 800-900°C dan bisa menghancurkan ataupun mengakibatkan penurunan drastis pada parameter kisi (Andreas & Putra, 2018). Hal ini menyebabkan struktur kristal dari mineral kuarsa akan mengalami perbedaan walaupun sampel diambil dari jenis batuan yang sama.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis XRD dari sampel sekis R3 dan R5 ditemukan bahwa terdapat dua mineral utama yang ditemukan, yaitu mineral Kuarsa dan

Albit. Mineral Albit mempunyai struktur kristal dan parameter kisi yang sama. Namun, mineral kuarsa dari kedua sampel mempunyai struktur kristal dan parameter kisi yang berbeda yang disebabkan oleh tekanan dan temperatur yang tinggi pada proses pembentukannya. Mineral lainnya yang ditemukan pada sampel R3 adalah Lepidolit dan Sodalit sedangkan pada sampel R5 ditemukan Carlinite dan Rutile.

DAFTAR PUSTAKA

- Andreas A., & Putra, A. (2018). Perbandingan Karakteristik Batuan Beku Erupsi Gunung Gamalama dan Gunung Talang. *J. Fis. Unand*, 7(4), 293-298
- Cullity, B. D., & Stock, S. R. (2014). *Elements of X-Ray Diffraction 3rd Edition*. London: Pearson Education Limited
- Juliansyah, J., Ratnawulan, R., & Fauzi, A. (2015). Pengaruh Temperatur Kalsinasi Terhadap Struktur Mineral Granit yang Terdapat di Nagari Surian Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Solok. *Pillar Physics*, 6, 9-16
- Juliarka, B. R., & Iqbal, M. (2020). Model Gayaberat 2D untuk Mengungkap Struktur Geologi Bawah Permukaan pada Daerah Panas Bumi Natar 2D. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 15(1), 39-49
- Kurnianto, F. (2019). Proses Geomorfologi dan Kaitannya dengan Tipologi Wilayah. *Majalah Pembelajaran Geografi*, 2(2), 131-147
- Mangga, A. S., Amiruddin, T., Suwarti, S., Gafoer, S., & Sidarto. (1993). *Peta Geologi Lembar Tanjungkarang, Sumatera Skala 1:250.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
- Milson, J. (2003). *The Geological Field Guide Series, Field Geophysics (3rd Edition)*. New Jersey: J.Wiley
- Noor, D. (2012). *Pengantar Geologi, 2nd Ed*. Bogor: Universitas Pakuan
- Patonah, A., & Syafri, I. (2014). Karakteristik Batuan Metamorf Bayah di Desa Cigaber, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten. *Bulletin of Scientific Contribution*, 12(2), 92-98
- Puspitarum, D. L., Hermawan, A., & Suharyadi, E. (2016). The Influence of PEG-4000 and Silica on Crystal Structure and Magnetic Properties of Magnesium Ferrite (MgFe₂O₄) Nanoparticles. *AIP Conference Proceedings*, 1725 (020065), 1-6. <https://doi.org/10.1063/1.4945519>
- Puspitarum, D. L., Safitri, G., Ardiyant, H., & Anrokhi, M. S. (2019). Karakterisasi dan Sifat Kemagnetan Pasir Besi di Wilayah Lampung Tengah. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 236-243
- Puspitarum, D. L., Safitri, G., Ardiyanti, H., & Anrokhi, M. S. (2019). Characteristics and Mineral Content of Lampung Tengah Ironsands. *Journal of Science and Applicative Technology*, 2(1), 192-196. <https://doi.org/10.35472/281488>
- Setiabudi, A., Hardian, A., & Muzakir, A. (2012). *Karakterisasi Material; Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia*. Bandung: UPI Press
- Setiawan, M. R., Iqbal, M., & Siregar, R. N. (2019). Mineral Analysis in Rocks Using XRD and Petrography. *Journal of Science and Applicative Technology*, 2(1), 206-214. <https://doi.org/10.35472/281459>
- Zuhdi, M. (2019). *Buku Ajar Pengantar Geologi*. Lombok-NTB: Duta Pustaka Ilmu